

AN INVESTIGATION OF THE
PERFORMANCE OF AN INDUCTION
TYPE MOTOR WITH METAL
INCLOSED STATOR

BY
L. H. RATHBUN, JR.

Thesis
R243

Library
U. S. Naval Postgraduate School
Annapolis, Md.



AN INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE
OF AN INDUCTION TYPE MOTOR WITH
METAL INCLOSED STATOR

-

L. H. Rathbun, Jr.

Thesis
R243

AN INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE
OF AN INDUCTION TYPE MOTOR WITH
METAL INCLOSED STATOR

by

Leon Herbert Rathbun, Jr.
Lieutenant Commander, United States Navy

Submitted in partial fulfillment
of the requirements
for the degree of
MASTER OF SCIENCE
in
Electrical Engineering

United States Naval Postgraduate School
Annapolis, Maryland
1951

This work is accepted as fulfilling
the thesis requirements for the degree of

MASTER OF SCIENCE
in
Electrical Engineering

from the
United States Naval Postgraduate School.

PREFACE

This thesis subject was suggested by Dr. J. B. Friauf of the Navy Department, Bureau of Ships. It was desired to determine the practicability of a motor designed with a sealed stator and an open free flooding rotor for use under water; and also to develop the theory of this "canned stator" motor.

An ordinary wound rotor induction motor was used with the rotor shorted to obtain the characteristics of a squirrel cage motor. It was originally thought that the rotor would have to be turned down in order to permit insertion of the metal cylinder into the air gap. However, air gap clearances were sufficient to permit insertion of the cylinder without modifying the motor.

It is wished to acknowledge the assistance given by Dr. Friauf of the Bureau of Ships and by Professor C. V. O. Terwilliger of the Postgraduate School in conducting this investigation.

This work was performed between August 1950 and May 1951 at the U.S. Naval Postgraduate School, Annapolis, Maryland.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Preface	ii
List of Illustrations	vi
Table of Symbols	iv
Chapter I Objectives	1
Chapter II Losses in the Metal Cylinder	3
Chapter III Experimental Procedure and Results	
1. Description of Test Arrangement	7
2. The Equivalent Circuit	9
3. Tests on the Unmodified Motor	11
4. Tests with Steel Cylinder in Air Gap	20
5. Tests with Brass Cylinder in Air Gap	24
6. Tests with Copper Cylinder in Air Gap	27
Chapter IV Conclusions	31
Bibliography	35
Appendices	
1. Motor Name Plate Data	36
2. Test Data for Unmodified Motor	36 a
3. Test Data with Steel Cylinder	36 b
4. Test Data with Brass Cylinder	36 c
5. Computations for Equivalent Circuit and Circle Diagram	37
6. Computations for Performance Curves.	39

TABLE OF SYMBOLS

β_m	maximum value of field flux
b_e	primary exciting susceptance
C	circumferential length of metal cylinder
E_s	voltage generated in axial strip of cylinder
E_2	secondary voltage to neutral at standstill
g_e	primary exciting conductance per phase, representing core loss and friction and windage current
I_1	primary current per terminal
I_e	primary exciting current per terminal
I_l	power loss component of exciting current
I_{2s}	secondary current per phase at slip s
I_m	magnetizing current per phase
l	axial length of metal cylinder
N_s	number of axial strips in cylinder
P_s	power loss per strip
P_c	power loss in cylinder
R_o	total equivalent resistance
R_1	primary resistance
R_2	secondary equivalent resistance
R	equivalent load resistance
s	slip in per unit values
t	thickness of cylinder
v	peripheral velocity of stator field
V	impressed voltage
X_o	total equivalent leakage reactance

χ_1	primary leakage reactance per phase
χ_2	secondary leakage reactance per phase at standstill
χ_{2s}	secondary leakage reactance per phase at slip s
χ_0	total equivalent leakage reactance
Z_0	total equivalent impedance
ρ	resistivity of cylinder
θ_{2s}	angle of lag between V and I_{2s}

LIST OF ILLUSTRATIONS

		Page
Figure 1	Flux and Voltage Distribution in Cylinder	4
Figure 2	Sketch of Modified Motor	8
Figure 3	Equivalent Circuit, Induction Motor	10
Figure 4	No-load Test, Unmodified Motor	13
Figure 5	Approximate Equivalent Circuit	14
Figure 6	Blocked Rotor Test, Unmodified Motor	17
Figure 7	Circle Diagram, Unmodified Motor	19
Figure 8	No-load Test, Steel Cylinder	21
Figure 9	Blocked Rotor Test, Steel Cylinder	22
Figure 10	Circle Diagram, Steel Cylinder	23
Figure 11	No-load Test, Brass Cylinder	25
Figure 12	Comparison of Core Losses	26
Figure 13	Blocked Rotor Test, Brass Cylinder	28
Figure 14	Circle Diagram, Brass Cylinder	29
Figure 15	Efficiency and Current Versus Torque	32
Figure 16	Speed and Power Factor Versus Torque	33

CHAPTER I

OBJECTIVES

The "canned stator" induction motor would consist of a squirrel cage induction motor with the stator completely inclosed by a thin metal sheet, but with the rotor uninclosed. Part of the stator seal would lie in the air gap in the form of a metal cylinder fixed to the stator, and completely shielding the rotor from the stator. The purpose of this arrangement is to make the motor suitable for use under water.

The object of this study is to determine the effect of such a metal cylinder in the air gap on the performance of the machine, and also to compare the effect of varying the type of metal used. The operating characteristics of the motor are considered to be affected only by that portion of the stator seal which lies within the air gap; inasmuch as all but a negligible amount of working flux cutting the rotor passes through the air gap. Consequently, it was unnecessary as well as impracticable to completely enclose the stator in order to accomplish the investigation. Instead, a thin metal cylinder was placed in the air gap and firmly fixed against the stator. A slight overhang of approximately three fourths of an inch was allowed at each end of the cylinder. Experimental data was obtained from this arrangement.

The ultimate design of the motor under study would consist of a hermetically sealed stator with suitable water

tight and pressure proof bushings for electrical connections, and an unenclosed, free flooding rotor connected to the load. Such a motor would be used to drive certain machinery aboard ship of a vital nature, and in such location that it might be flooded in the event of collision or battle damage. As a submersible motor its advantages are: (a) no difficulty exists in providing adequate water tight seals around a rotating shaft, since only the stationary part of the motor is enclosed; (b) cooling problems would be less in non-submerged operation compared to a fully enclosed submersible motor. On the other hand, disadvantages of the enclosed stator motor would include (a) increased cost and difficulty of manufacture; (b) additional windage losses when the motor is operating submerged.

CHAPTER II

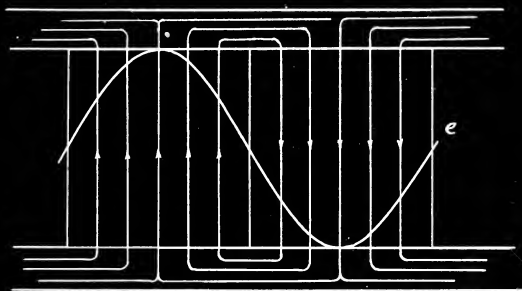
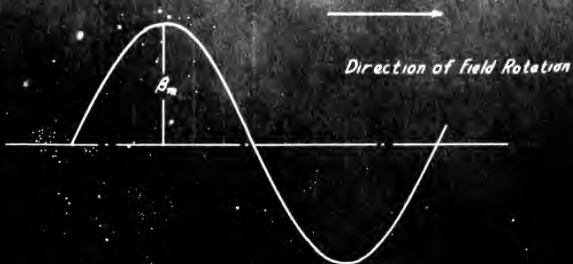
LOSSES IN THE METAL CYLINDER

The effect of the metal cylinder in the air gap is to cause losses in addition to the normal losses of the unmodified induction motor. Practically all of the stator field flux crossing the air gap and cutting the rotor conductors will also cut the cylinder; especially since the cylinder extends beyond the ends of the rotor. As the stator field flux revolves at synchronous speed it will induce voltages in the cylinder which in turn will cause eddy currents to flow.

To determine the approximate distribution of these eddy currents, the cylinder may be thought of as a blocked squirrel cage rotor. The rotor bars consist of a large number of small axial strips an infinitesimal distance apart, shorted by end rings. The overhanging ends of the cylinder are considered the end rings. The space distribution of the stator flux is generally sinusoidal. The instantaneous voltages introduced in the axial strips are directly proportional to the flux density at the respective strip at any one instant. Since the flux is sinusoidal in distribution, the space envelope of the instantaneous voltages is also a sine wave. These voltages and flux waves are shown in Figure 1.

These eddy currents existing in the metal cylinder constitute additional losses in the induction motor over and above the losses existing in an ordinary machine. The





Field Flux and Voltages Induced in Cylinder

FIGURE 1

losses in the latter are friction and windage, primary and secondary core loss, primary and secondary copper loss, and stray load loss. Since the cylinder is essentially a fixed part of the stator, subject to the same frequency as the stator, the cylinder losses are of the same nature as that component of primary core loss caused by eddy currents alone. There are no hysteresis losses in the cylinder since the metals used were non-magnetic, or nearly so.

In analyzing the losses due to these voltages and the eddy currents resulting, assume a sinusoidal space distribution of flux moving at synchronous speed around the stator. The voltage induced in any one bar, or axial strip, is:

$$E_s = \beta l v \times 10^{-8} \quad (1)$$

where $\beta = \frac{2}{\pi} B_m$

l the active length of the strip

v the peripheral speed of the stator field

The current in the strip causing power loss is E_s / r_s , and the power loss due to these eddy currents is E_s^2 / r_s where r_s is the resistance of the individual strip. To find the power loss in terms of cylinder constants:

N_s the number of strips in the cylinder (arbitrary)

C the circumferential length of the cylinder

t the thickness of the cylinder

ρ the resistivity of the cylinder metal

Then

$$r_s = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{l}{tC/N_s} \quad (2)$$

The power loss per strip, P_s is

$$P_s = \frac{E_s^2}{r_s} = \frac{E_s^2 C t}{\rho l N_s} \quad (3)$$

The total power loss for the cylinder, P_c is

$$P_c = N_s P_s = \frac{E_s^2 C t}{\rho l} \quad (4)$$

Substituting from (1)

$$P_c = \frac{(\beta I V \cdot 10^{-8})^2 C t}{\rho l} = \frac{K \beta^2 t}{\rho} \quad (5)$$

From this it appears that insofar as the cylinder is concerned, the additional losses will vary inversely as the resistivity of the cylinder and directly as the thickness. Actually, the approximations involved in attempting to analyze the losses render Equation (5) of qualitative value mainly. No design data was available for the motor to determine the field flux quantitatively. Also the distribution of eddy currents is not predictable, since the axial strips are not separated, and the eddy currents undoubtedly circulate more at random in the motor than indicated by Figure 1. A comparison of actual measured cylinder losses for different types of metal is made later.

CHAPTER III

EXPERIMENTAL PROCEDURE AND RESULTS

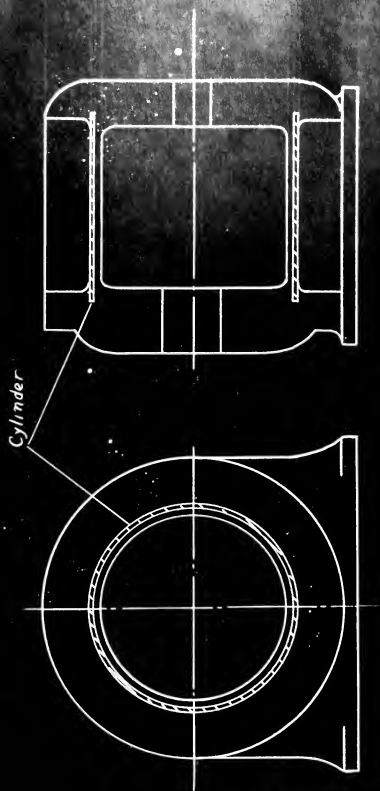
1. Description of Test Arrangement

As previously noted, the investigation was concerned only with the effect of the metal cylinder in the air gap on the performance of the motor. The motor used was a 5 kva, 220 volt, three phase wound rotor induction motor. Since only a squirrel cage motor could be used in actual operation, the rotor was shorted in all the tests in order to obtain squirrel cage characteristics. Running light tests and blocked rotor tests were run for each of four conditions as follows:

- a. Motor unmodified
- b. Non-magnetic steel cylinder inserted in the air gap
- c. Brass cylinder inserted in the air gap
- d. Copper cylinder inserted in the air gap

The bearings were adjusted to give a uniform air gap dimension of .0225 inches. In order to insert each cylinder, the rotor was removed. The cylinder was then fitted firmly into position around the inside of the stator, and the motor reassembled. The metallic cylinders had thicknesses as follows:

Steel	.0095 inches
Brass	.010 inches
Copper	.011 inches



Sketch of Cylinder Arrangement in Motor

FIGURE 2.

The metal cylinder took up almost one half of the available air gap, and careful reassembly of the motor was necessary in order to prevent any rubbing. This was accomplished satisfactorily. Figure 2 shows a sketch of the modified motor with the cylinder in place.

2. The Equivalent Circuit

It was decided to use the equivalent circuit and the circle diagram as the basis for comparison of the unmodified motor and the motor with various types of cylinders in the air gap. The i^2r losses existing in the metal cylinder are of the same nature as eddy current losses in the stator, and they are treated as additional core losses in the determination of the parameters of the equivalent circuit, and in obtaining the circle diagram.

The equivalent circuit for the induction motor is shown in Figure 3 (a) for the rotor at standstill. The motor is then a transformer with the secondary shorted, and f_1 is equal to f_2 . When the secondary rotates, the secondary frequency changes to $s f_2$, and the voltage generated per turn is no longer the same for the two coils. Figure 3 (b) shows this condition. To further simplify the circuit:

$$X_{2s} = s X_2 \quad (1)$$

$$\dot{E}_{2s} = s \dot{E}_2 = \dot{I}_{2s} (R_2 + j s X_2) \quad (2)$$

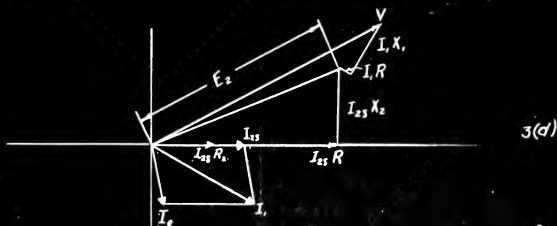
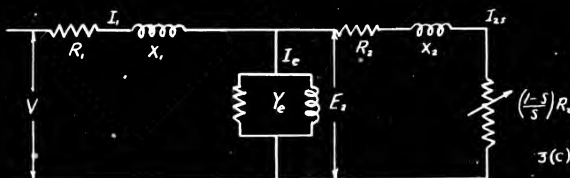
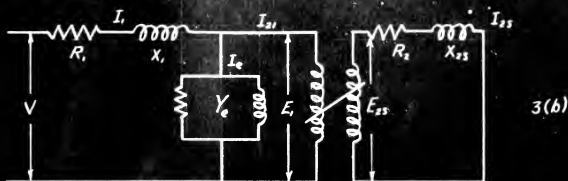
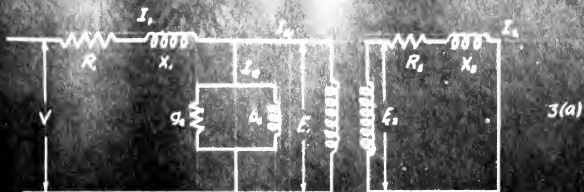


FIGURE 3 Equivalent Circuits and Vector Diagram

Therefore

$$\dot{I}_{2s} = \frac{s \dot{E}_2}{R_2 + j s X_2} \quad (3)$$

Dividing numerator and denominator by s we get

$$\dot{I}_{2s} = \frac{\dot{E}_2}{R_2/s + j X_2} \quad (4)$$

Since

$$\frac{R_2}{s} = R_2 + \frac{(1-s) R_2}{s} \quad (5)$$

The expression $\frac{(1-s)}{s} R_2$ now represents the electrical equivalent of the load. Furthermore, if the values in the secondary are converted to equivalent primary values in accordance with the turns ratio, the equivalent circuit diagram becomes that of Figure 3 (c). The vector diagram is shown in Figure 3 (d).

If the circuit parameters are known, all equations expressing the currents and voltages in terms of these parameters and the impressed voltage may be derived from Figure 3 (c).

3. Tests on the Unmodified Motor.

To determine the motor constants and the circle diagram, standard running light tests and blocked rotor tests were made. Stator and rotor resistances were measured by a Kelvin bridge, and the stator - rotor turns ratio also measured.

We will discuss the results obtained for the unmodified motor first, and then compare with the motor performance with metal cylinders installed. In the running light test readings were taken of impressed voltage, primary current, primary power input, and speed. These data are shown in Appendix 2. No readings were used for more than 8 per cent slip. The data was plotted as shown in Figure 4. By extrapolating the power curve to the point of zero voltage, where flux density and hence core loss are zero, we can determine the friction and windage loss. This loss is shown by the horizontal straight line, and is nearly constant, since the speed was nearly constant. The $I_1^2 R$ loss is also plotted as shown, and the net loss after subtracting these two losses is the primary core loss. The secondary core loss and copper loss are negligible, since both the slip and the load are quite small. The equivalent circuit diagram for the running light test is shown in Figure 5 (a). An approximation has been made, in that the voltage drop of the exciting current through the primary impedance is neglected, i.e. the exciting path has been moved to the impressed voltage side of the primary impedance. The error is relatively small, and is acceptable for the purpose of simplifying calculations. The vector diagram for this circuit is shown in Figure 5 (b). If the sum of the friction and windage losses and the secondary core losses are assumed approximately constant over the operating range of the motor, then the component of secondary current corresponding to these losses may also be transferred to the exciting path. Figure

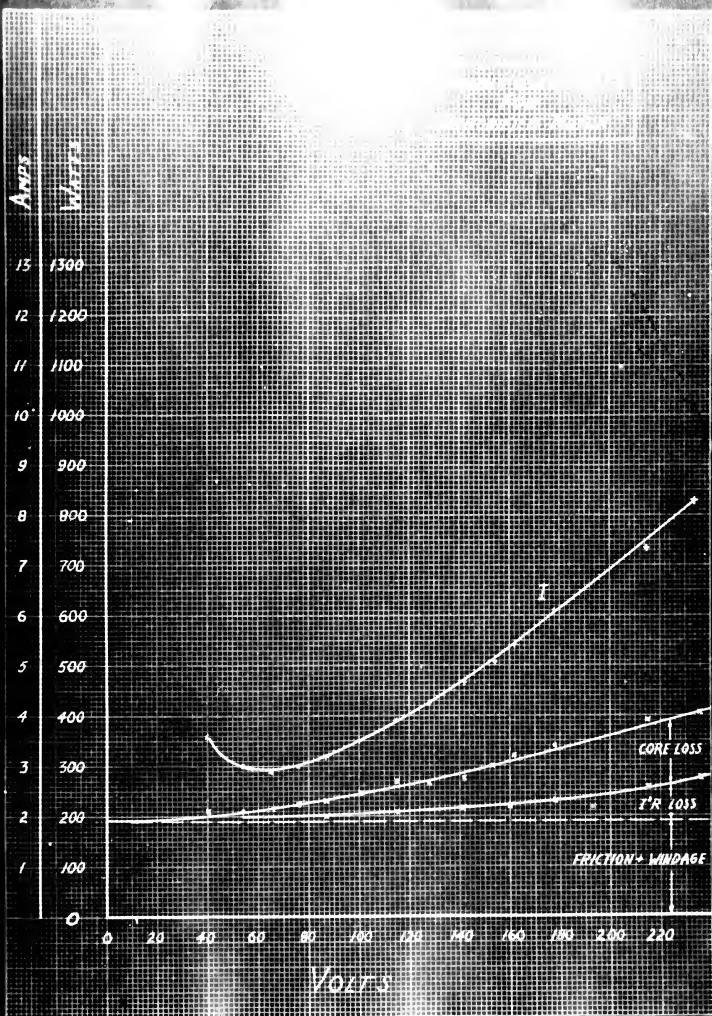
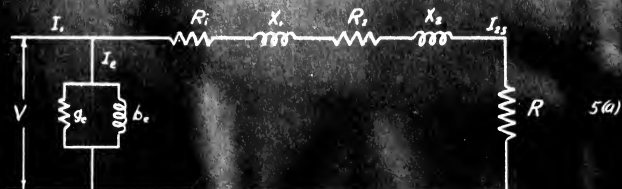
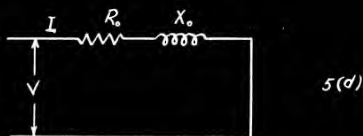
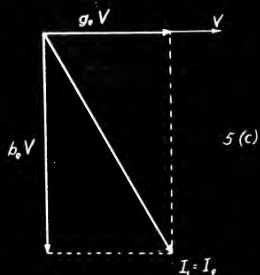
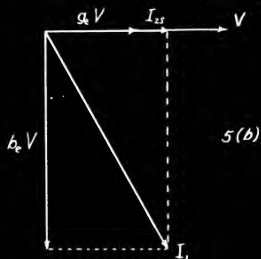


FIGURE 4.



Equivalent Circuit - Running Light Test



Equivalent Circuit - Blocked Rotor Test

FIGURE 5.

5 (b) is then reduced to Figure 5 (c).

The following results may then be obtained on a per phase basis:

$$I_e = I, \quad (6)$$

$$I_i = \frac{P}{V\sqrt{3}} \quad (7)$$

$$I_m = \sqrt{I_i^2 - I_e^2} \quad (8)$$

$$g_e = \frac{I_i \sqrt{3}}{V} \quad (9)$$

$$b_e = \frac{I_m \sqrt{3}}{V} \quad (10)$$

Numerical values for the above for each test condition of the motor are tabulated in Appendix 5 for comparison.

The blocked rotor test is usually made at reduced voltage V_b ; therefore, the blocked rotor current I_b is relatively small, and the saturation of the iron in the paths of the leakage flux is not noticeable. If the locked current is then determined for rated voltage, V , by multiplying I_b by the ratio V/V_b the value resulting is smaller than the actual blocked rotor current at full voltage. Due to saturation of the leakage paths at high currents, the locked current is appreciably higher than it would be without saturation; i.e., the equivalent

leakage reactance is not constant, but decreases as saturation becomes appreciable.

The influence of saturation in the leakage paths occurs only at high current and high slip. Since there is no saturation at normal currents, we use the non-saturated leakage reactance to determine the performance of the motor at small slip. If this limitation is kept in mind, the equivalent circuit and circle diagram provide an adequate basis of comparison between the unmodified motor and the "canned stator" motor over the normal operating range of the motor. This is confined to about the first third of the circle nearest the running light point.

The results of the blocked rotor test are shown in Figure 6. The voltage drop is due almost entirely to the short circuit currents flowing through their respective impedances. The core loss is very small because of the greatly reduced flux, and can be neglected. The equivalent circuit is shown in Figure 5 (d); and the power readings are attributed entirely to the I^2R losses in the primary and secondary.

The following results are then obtained on a per phase basis:

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o \sqrt{3}} \quad (11)$$

$$R_o = \frac{P_o}{3 I_o^2} \quad (12)$$

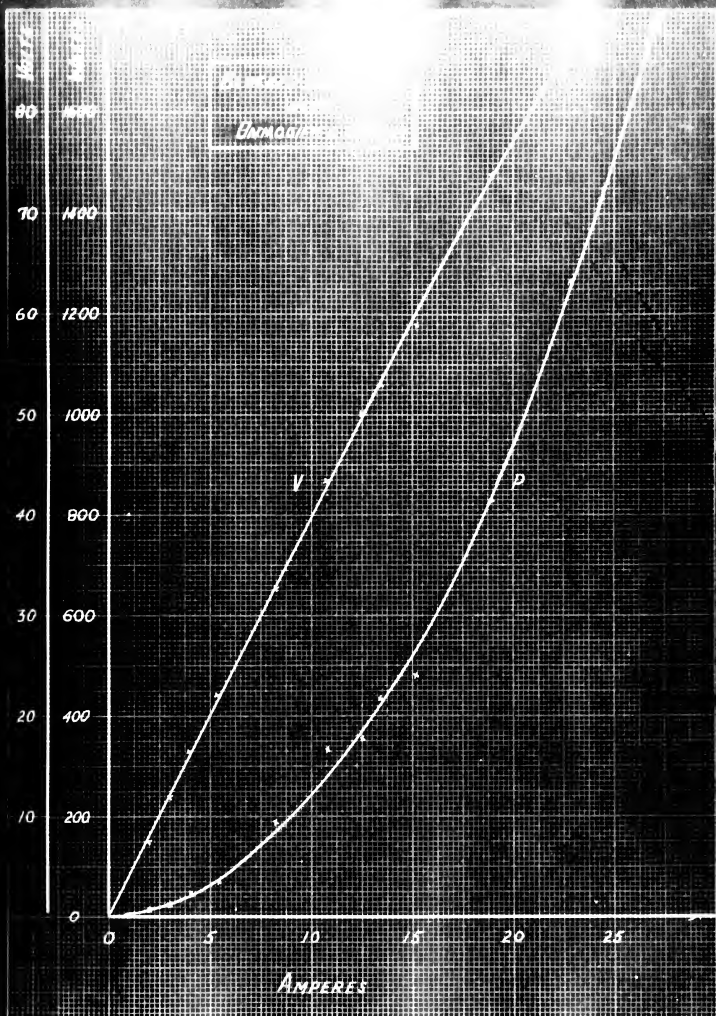


FIGURE 6

(11)

(12)

The measured values of the primary resistance R_1 and the secondary resistance R_2 corrected for temperature added together should be equal to R_o . R_2 must be converted to the equivalent primary resistance, of course.

$$X_o = \sqrt{Z_o^2 - R_o^2} \quad (13)$$

It is assumed that

$$X_1 = X_2 = X_o/2$$

Numerical values for the above are also tabulated in Appendix 5.

The approximate circle diagram is developed as follows. The equivalent circuit is shown in Figure 5 (a).

The equivalent load resistance $R = \frac{(1-S)}{S} R_2$

$$\text{Then} \quad I_{2S} = \frac{V}{\sqrt{(R_1 + R_2 + R)^2 + (X_1 + X_2)^2}} \quad (14)$$

I_{2S} lags V by an angle θ_{2S} such that

$$\sin \theta_{2S} = \frac{X_1 + X_2}{\sqrt{(R_1 + R_2 + R)^2 + (X_1 + X_2)^2}} \quad (15)$$

Therefore

$$I_{2S} = \frac{V \sin \theta_{2S}}{X_1 + X_2} \quad (16)$$

(18)

CIRCLE DRAWING FOR
UNIMODULAR MATRIX
SCALE 1 INCH = 10 INCHES

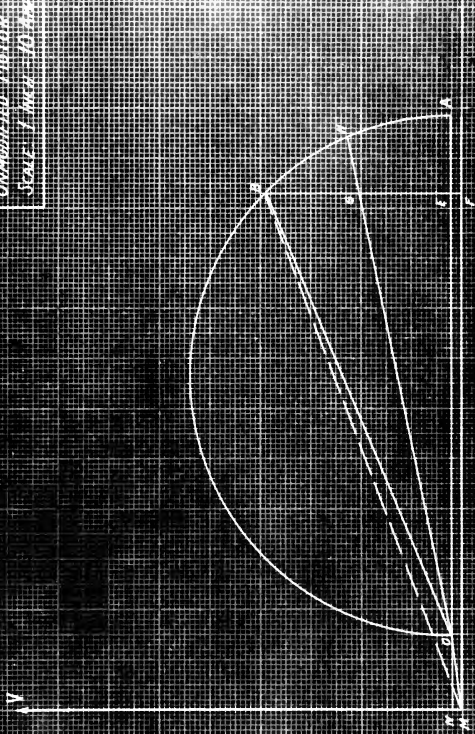


FIGURE 7

This is the polar equation of a circle, assuming X_i and X_i to be constant. Also, the primary current is

$$\dot{I}_i = \dot{I}_{2s} + \dot{I}_e \quad (17)$$

where I_e is the no load current.

The combined circle diagram for the unmodified motor is shown in Figure 7. It is constructed for the data obtained in the no load and blocked rotor tests. Computations and results are shown in Appendix 6.

4. Tests on the Motor with Steel Cylinder in Air Gap

The motor with the non-magnetic steel cylinder installed was given the same tests as described in Section 3. The no load tests show appreciably higher core losses than for the unmodified motor. These results are shown in Figure 8. The unmodified motor had core losses of 125 watts at rated voltage. The core losses with the steel cylinder were 500 watts. The running light current was only slightly higher for the steel cylinder modification. This increase in running light current was due to the increased power loss component, and the magnetizing current remained practically unchanged. The friction and windage losses were also unchanged.

Determination of the equivalent circuit parameters, and the approximate circle diagram proceeded as in Section 3. The computations are shown in Appendix 5. One modification was made, however. In the blocked rotor test the core losses are neglected because the main flux is greatly reduced.

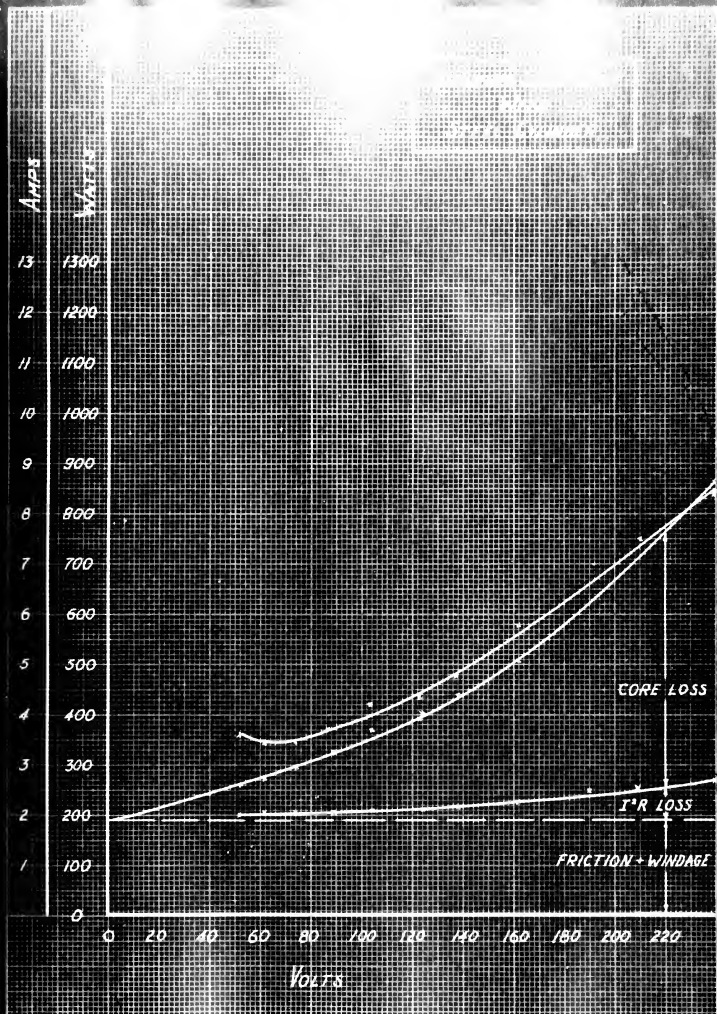


FIGURE 8

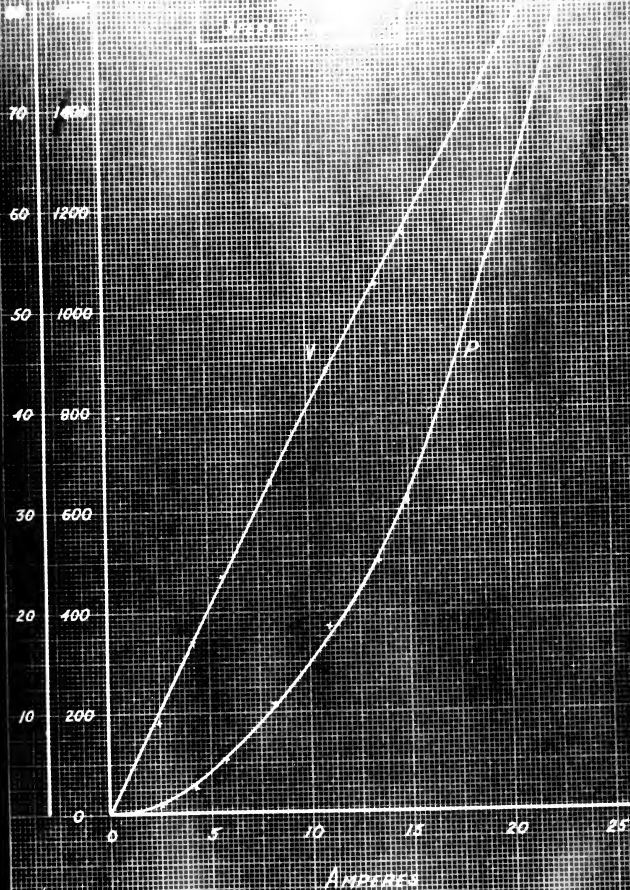


FIGURE 9

CIRCUIT PARAMETERS
STAY CONSTANT

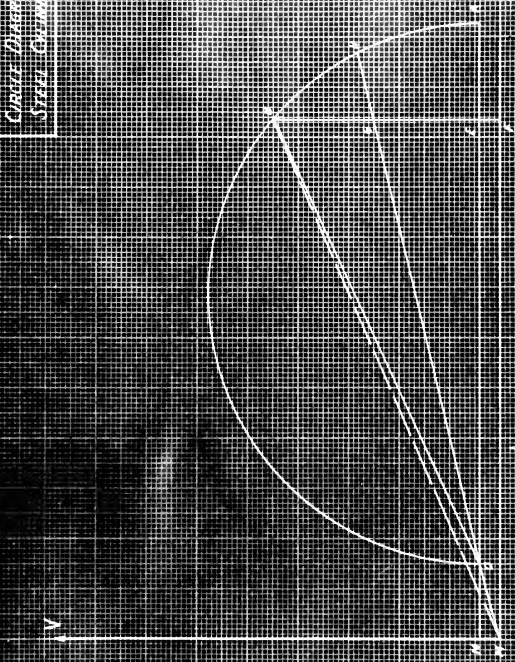


FIGURE 10

However, power readings for this test with the cylinder inserted are higher than for the unmodified motor. This additional loss is due to the cylinder, since R_s and R_r are unchanged. This additional loss is plotted in Figure 13. The correct value for the test voltage is obtained from Figure 13, and subtracted from the blocked rotor power reading to yield the actual copper loss. The results of the blocked rotor test are shown in Figure 9, and the circle diagram in Figure 10.

5. Tests on the Motor with Brass Cylinder in Air Gap

With the brass cylinder installed, similar tests were run as described previously. The core losses increased sharply over those of the steel cylinder. They amounted to 1170 watts at rated voltage. This is shown in Figure 11. A comparison of the core losses versus impressed voltage for the three conditions of the motor is shown in Figure 12. The losses increase with the conductivity of the cylinder as expected, but are not directly proportional. The measured resistivity of the steel was 465 ohms/ circular mil foot, compared to 44.05 ohms/circular mil foot for the brass. Although the conductance of the brass is more than ten times that of the steel, the losses are only a little more than double.

The no load current also increased very sharply. It measured 13 amperes, equivalent to the rated load current of the unmodified machine. The increase was caused mainly by the increase in I_m rather than by the additional power

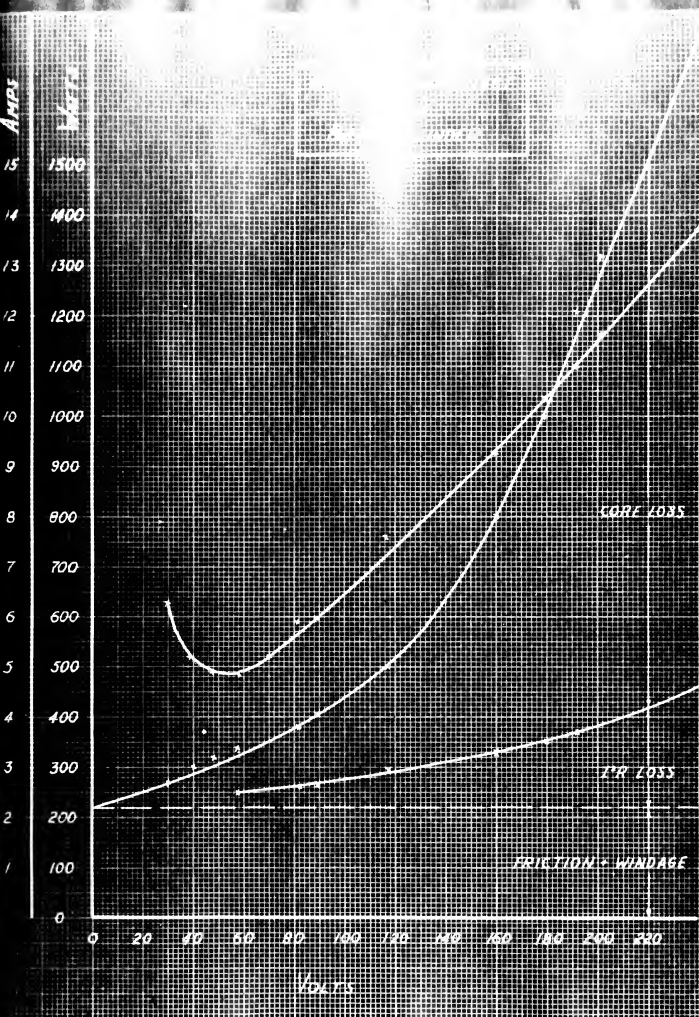


FIGURE 11.

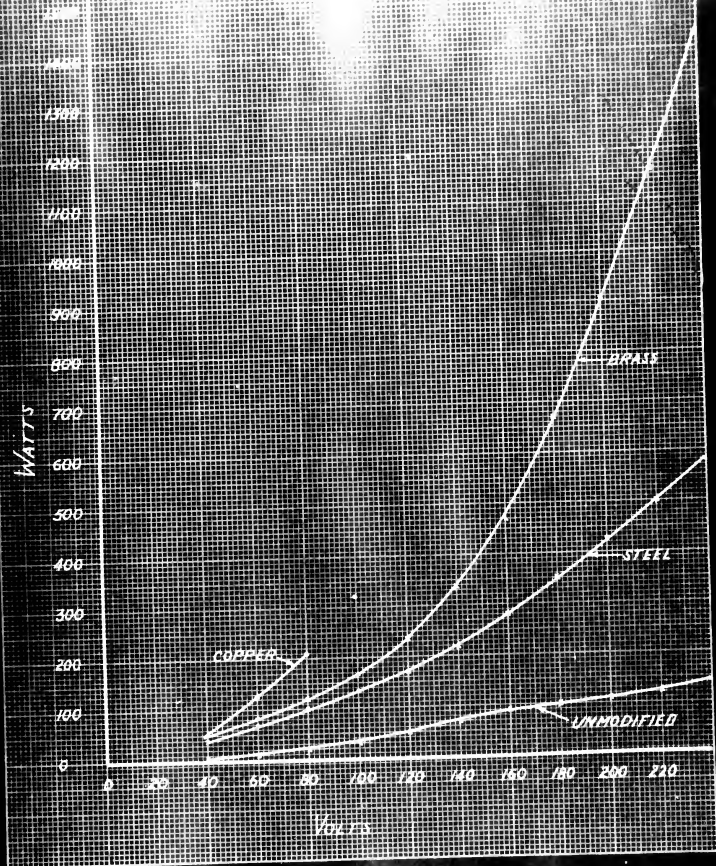


FIGURE 12

component of the no load current. For the unmodified motor, and the motor with the steel cylinder, I_m was 7.54 amperes. With the brass can installed, I_m increased to 12.3 amperes. Apparently, with the introduction of low resistance material in the can, the eddy currents are no longer quite analogous to core losses. Instead, the can acts like a permanently installed blocked rotor. This effect acts to decrease the main flux, and requires a great deal more exciting current. It would also account for the fact that additional eddy current losses in the can are lower than expected; for although resistivity has decreased, \mathcal{B} , the flux density has also decreased.

The standard circle diagram analysis may not be of much value for the motor with a low resistance cylinder. However, computations were made on the basis of test results, and are shown in Appendix 5. The blocked rotor test results are shown in Figure 13 and the circle diagram in Figure 14. The analysis of this type motor is not essential to the purpose of the investigation, because the motor has extremely high additional losses, and draws almost full rated current at no load. For these reasons it is unsuitable for the use desired.

6. Tests on the Motor with Copper Cylinder in Air Gap

The final tests were made with a copper cylinder installed in the air gap. The measured resistivity of the copper was 11.15 ohms/circular mil foot. We would expect that motor operation in this case would result in prohibitive losses, and a large no load current. When 212

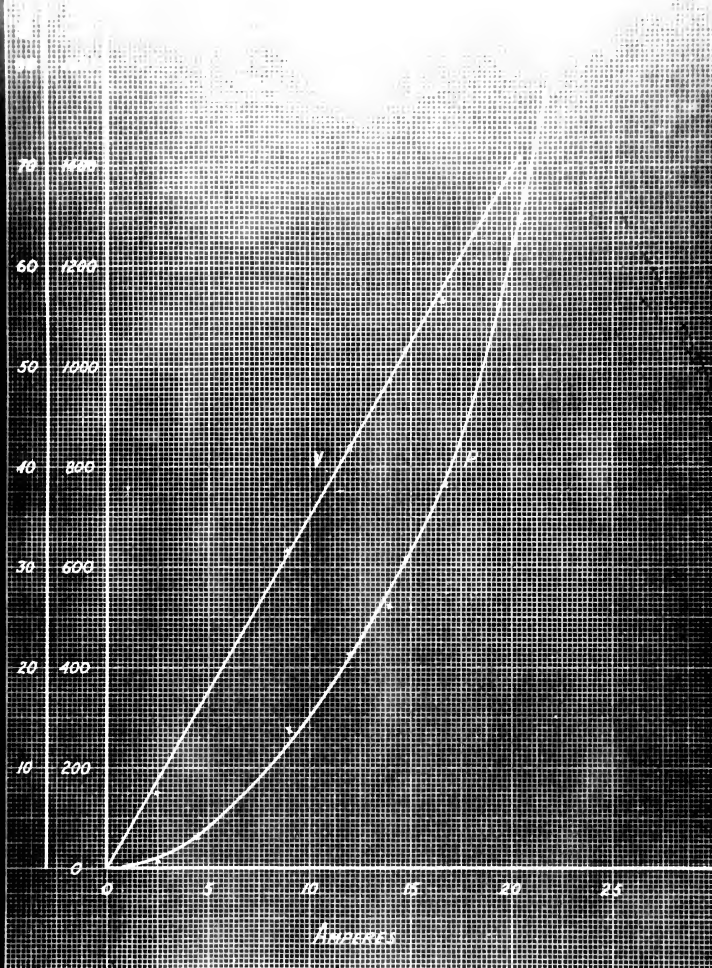


FIGURE 13.

Figure 14

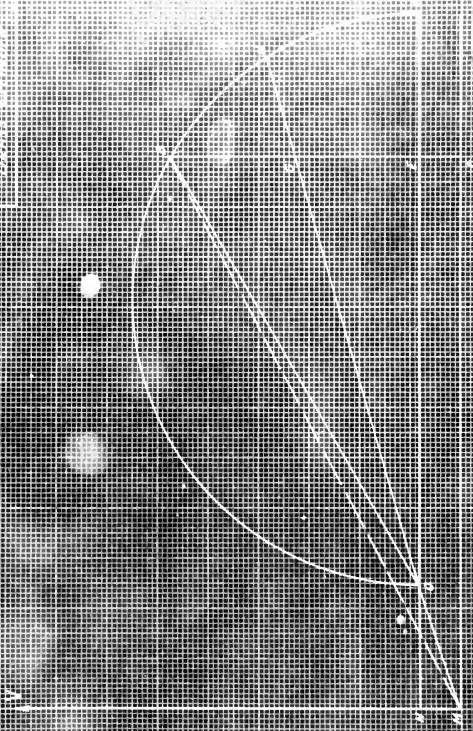


FIGURE 14

volts were impressed on the motor for a no load test, the current read approximately 50 amperes, or 300 per cent over normal load current. No current and power data were taken under these conditions, particularly since the motor windings began to smoke almost immediately. It was also impossible to make a satisfactory test at lower voltages, because the motor refused to turn at more than 140 rpm, even with 200 per cent full load current in the primary.

Consequently, no analysis has been attempted for this motor. From a practical standpoint, the motor with copper cylinder installed is virtually useless, as it draws prohibitive current, with large losses, and hence has extremely low efficiency.

CHAPTER IV

CONCLUSIONS

From the circle diagrams, Figures 1, 10, and 14, comparative curves for efficiency, power factor, speed, and primary current versus torque were plotted. These curves are shown in Figures 15 and 16. The curves were not extended to the point of starting torque for reasons previously discussed. These curves indicate that the motor with the steel cylinder has slightly inferior performance to the unmodified motor, and the performance with the brass cylinder installed is inferior to both. The characteristics of the enclosed stator motor can be made to approach those of the unmodified motor by increasing the resistance of the cylinder by:

1. Decreasing the thickness of the cylinder
2. Increasing the resistivity of the cylinder

The first method has limited application. The cylinders used were almost a minimum in thickness for adequate strength and suitability for ordinary manufacturing processes. The second method offers more possibilities. A metal with a higher resistivity than the steel used will give better results. A non metallic material, such as a plastic would probably give optimum performance, but its use would have to be weighed against other disadvantages such as less strength or fabrication difficulties.

It must be remembered that the machine used for study was never intended for use as an enclosed stator motor, and

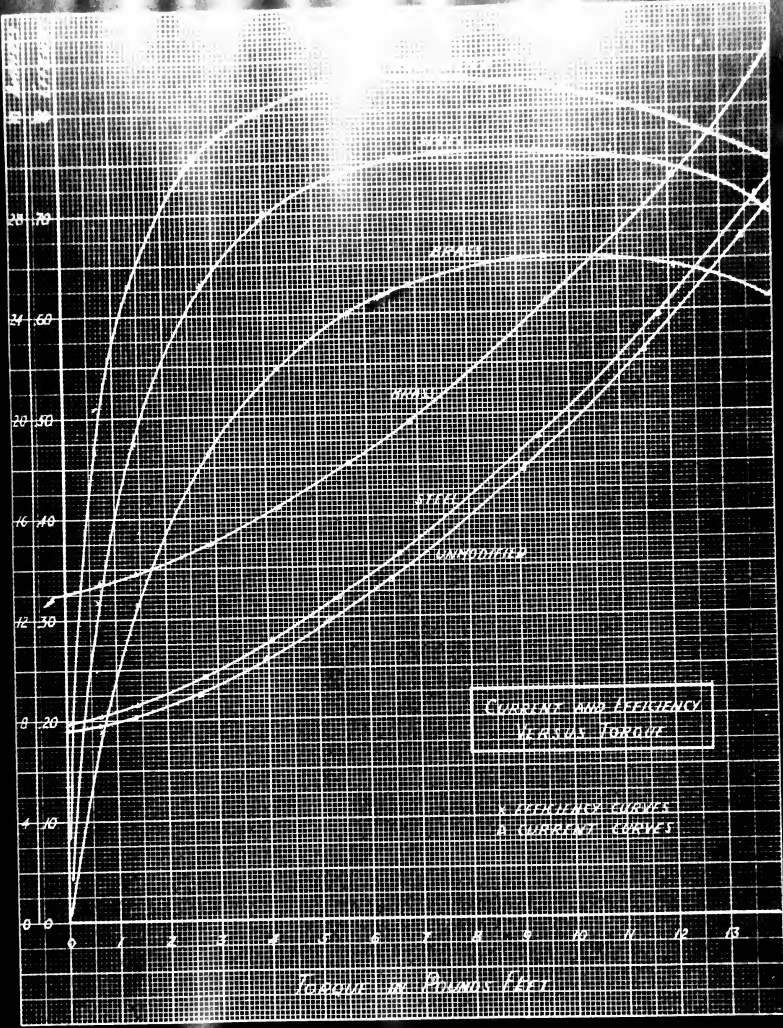


FIGURE 15.

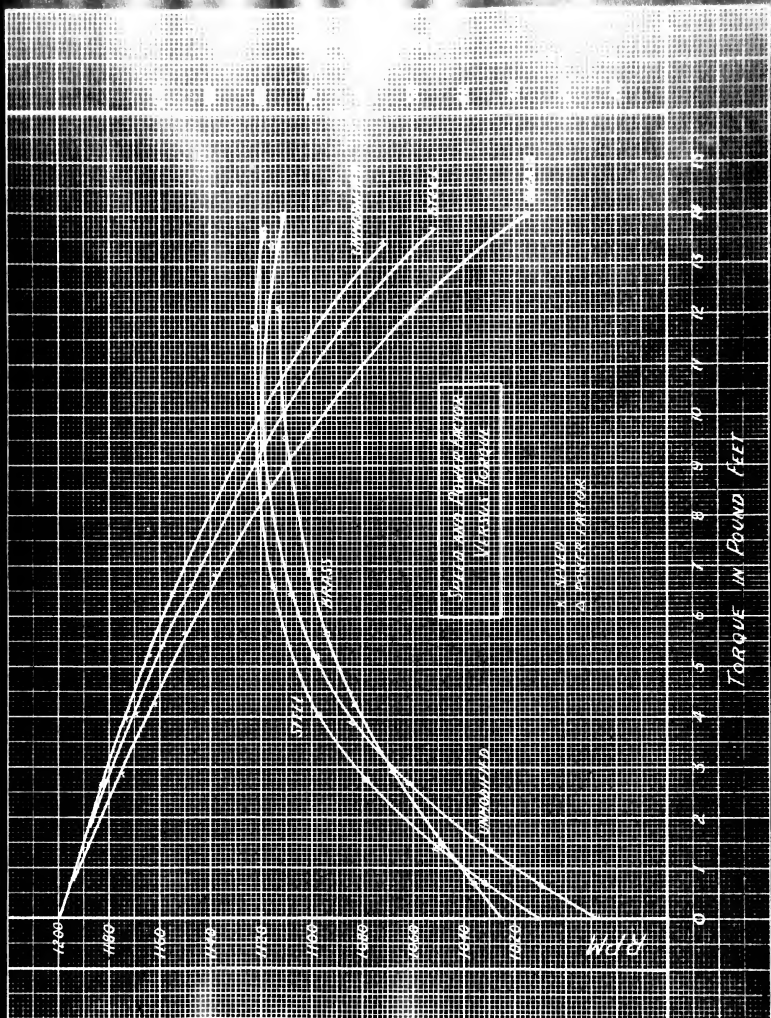


FIGURE 16.

consequently its performance is certainly not the maximum that could be expected from a motor specifically designed for this purpose. The author believes that the results show that a sealed stator motor is practicable and could be made to approach the performance of an ordinary type motor.

BIBLIOGRAPHY

1. Bryant and Johnson. Alternating Current Machinery.
2. Gray. Electrical Machine Design.
3. Kuhlman. Design of Electrical Apparatus. 2nd Edition
4. Lawrence. Principles of Alternating Current Machinery
5. Livschitz, Garik and Whipple. Electrical Machinery
6. Tarboux. Alternating Current Machinery.

APPENDIX I

Name Plate Data:

5 KVA

220/110 volts

26/13 amperes

.9 p.f.

3 phase

60 cycle

1200 rpm

4.7 amps

Serial No. 4864607

Volts				Amps				Watts				VA	pf	S ₉₀	J.R.	Remarks
1	2	3	Av	1	2	3	Av	1	2	Total	VA	pf	S ₉₀	J.R.	Remarks	
268	264	262	264.7	10.5	10.1	8.6	9.73	1520	976	544	4290	127	1196	119	Recharge	
251	248	249	249.3	9.1	9.0	8.75	8.95	1320	880	440	3860	114	1196	101	Under test	
237	234	237	236	8.3	8.4	8.2	8.3	1148	740	408	3390	121	1196	86.7		
215	216	213	214.7	8.0	6.3	7.7	7.33	1152	760	392	2730	143	1196	67.7		
181	180	174	178.3	7.9	6.9	3.5	6.1	664	320	344	1884	162	1196	46.8		
166.5	158	160	161.5	6.4	5.8	4.1	5.43	588	268	320	1520	210	1194	37.2		
144	140	142	142	4.85	5.0	4.15	4.67	428	152	276	1150	240	1191	22.4		
128.5	126.5	127.5	127.5	4.5	4.7	3.5	4.23	384	120	264	932	283	1190	22.6		
114	116	114.5	114.8	4.0	3.5	4.2	3.9	380	110	270	725	348	1190	19.2		
101	102	100.5	101.2	3.8	3.1	3.65	3.52	330	85	245	616	397	1188	15.6		
86.5	87	86.5	86.7	3.45	2.85	3.25	3.18	262	32	230	477	482	1185	12.7		
76	77	76	76.3	3.3	2.6	3.15	3.0	238	11	227	396	574	1180	11.3		
66	66	65	65.7	3.3	2.55	2.85	2.9	210	5	215	330	653	1170	10.6		
55	54.5	54	54.5	3.35	2.7	2.9	2.98	180	30	210	281	748	1155	11.2		
42	39.5	40	40.3	3.9	3.65	3.25	3.6	162	48	210	253	830	1114	16.3		
Volts				Amps				Watts				VA	pf	S ₉₀	J.R.	Remarks
1	2	3	Av	1	2	3	Av	1	2	Total	VA	pf	S ₉₀	J.R.	Remarks	
92	92	94	92.7	26	23	24.5	24.5	520	410	520	1450	3930	367			
74	74	73	73.7	20.6	17.5	19	19.0	330	200	300	830	2430	341			
58	58	60	58.7	16	14	15.4	15.1	200	110	170	480	1532	313			
49	51	50.5	50.2	13.7	12.1	12.1	12.6	150	80	120	350	1095	283			
42.5	45	43	43.5	12.0	10.3	10.5	10.9	128	80	124	332	820	397			
32.5	33.5	32	32.7	9.0	7.8	7.7	8.2	73	48	68	189	464	401			
21.4	21.6	22.4	21.8	5.8	5.1	5.2	5.37	30	22	30	82	203	407			
16.4	17.4	16.1	16.6	4.55	3.95	4.0	4.17	19	13	18	50	120	404			
12.0	12.1	11.9	12.0	3.3	3.0	2.9	3.07	9.5	8	9.5	27	63.7	427			
8.0	7.5	7.0	7.5	2.32	2.2	1.9	2.14	4.5	4.5	4.0	13	278	468			

VOLTS														AMPS														WATTS																											
1		2		3		AV		1		2		3		AV		1		2		Total		VA		P.F.		SPD		TEMP.																											
266		264		268		268		100		97		112		103		1400		800		1100		4470		231		1198		Running Gear																											
258		262		260		260		93		93		104		967		1680		712		968		4350		222		1198		Wires																											
232		236		234		234		80		18		87		817		1360		528		832		3310		251		1198		Steel Gear																											
206		206		214		2087		82		60		84		753		1380		648		732		2720		269		1198																													
186		182		198		1887		85		54		72		703		1336		672		664		2300		289		1198																													
160		159		166		1617		62		51		62		583		852		340		512		1630		314		1198																													
140		141		141		1407		47		45		51		477		552		112		440		1160		379		1198																													
120		127		126		1243		39		37		53		43		460		68		392		925		423		1195																													
102		103		106		1037		42		42		42		42		410		40		370		753		492		1190																													
86		845		845		867		41		35		36		373		342		13		329		560		588		1185																													
735		735		750		740		32		35		34		347		255		37		292		445		657		1125																													
610		625		618		35		35		35		35		34		204		70		274		374		734		1165																													
515		510		530		518		37		35		36		36		196		65		261		323		808		1138																													
VOLTS														AMPS														WATTS																											
1		2		3		AV		1		2		3		AV		1		2		Total		VA		P.F.				Running Gear																											
91		91		92		913		22		25		245		237		80		1810		1730		3750		462																															
72		74		745		728		174		198		200		190		60		1160		1100		2390		461																															
575		58		575		577		139		157		150		149		40		660		620		1488		418																															
525		53		525		527		126		141		137		135		40		540		500		1232		406																															
44		443		435		439		103		111		117		110		20		390		370		835		443																															
33		34		323		331		76		84		89		83		15		228		213		476		447																															
242		235		232		236		55		57		63		584		5		112		107		239		447																															
177		168		167		171		415		395		45		42		0		53		53		124		428																															
105		80		90		92		265		21		26		245		4		15		19		39		487																															

Volts										Amps										Watts										J.P.										Sed										P.F.										VA										10.10										2										1										Av										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19										20										21										22										23										24										25										26										27										28										29										30										31										32										33										34										35										36										37										38										39										40										41										42										43										44										45										46										47										48										49										50										51										52										53										54										55										56										57										58										59										60										61										62										63										64										65										66										67										68										69										70										71										72										73										74										75										76										77										78										79										80										81										82										83										84										85										86										87										88										89										90										91										92										93										94										95										96										97										98										99										100										101										102										103										104										105										106										107										108										109										110										111										112										113										114										115										116										117										118										119										120										121										122										123										124										125										126										127										128										129										130										131										132										133										134										135										136										137										138										139										140										141										142										143										144										145										146										147										148										149										150										151										152										153										154										155										156										157										158										159										160										161										162										163										164										165										166										167										168										169										170										171										172										173										174										175										176										177										178										179										180										181										182										183										184										185										186										187										188										189										190										191										192										193										194										195										196										197										198										199										200										201										202										203										204										205										206										207										208										209										210										211										212										213										214										215										216										217										218										219										220										221										222										223										224										225										226										227										228										229										230										231										232										233										234										235										236										237										238										239										240										241										242										243										244										245										246										247										248										249										250										251										252										253										254										255										256										257										258										259										260										261										262										263										264										265										266										267										268										269										270										271										272										273										274										275										276										277										278										279										280										281										282										283										284										285										286										287										288										289										290										291										292										293										294										295										296										297										298										299										300										301										302										303										304										305										306										307										308										309										310										311										312										313										314										315										316										317										318										319										320										321										322										323										324										325										326										327										328										329										330										331										332										333										334										335										336										337										338										339										340										341										342										343										344										345										346										347										348										349										350										351										352										353										354										355										356										357										358										359										360										361										362										363										364										365										366										367										368										369										370										371										372										373										374										375										376										377										378										379										380										381										382										383										384										385										386										387										388										389										390										391										392										393										394										395										396										397										398										399										400										401										402										403										404										405										406										407										408										409										410										411										412										413										414										415										416										417										418										419										420										421										422										423										424										425										426										427										428										429										430										431										432										433										434										435										436										437										438										439										440										441										442										443										444										445										446										447										448										449										450										451										452										453										454										455										456										457										458										459										460										461										462										463										464										465										466										467										468										469										470										471										472										473										474										475										476										477										478										479										480										481										482										483										484										485										486										487										488										489										490										491										492										493										494										495										496										497										498										499										500										501										502										503										504										505										506										507										508										509										510										511										512										513										514										515										516										517										518										519										520										521										522										523										524										525										526										527										528										529										530										531										532										533										534										535										536										537										538										539										540										541										542										543										544										545										546										547										548										549										550										551										552										553										554										555										556										557										558										559										560										561										562										563										564										565										566										567										568										569										570										571										572										573										574										575										576										577										578										579										580										581										582										583										584										585										586										587										588										589										590										591										592										593										594										595										596										597										598										599										600										601										602										603										604										605										606										607										608										609										610										611										612										613										614										615										616										617										618										619										620										621										622										623										624										625										626										627										628										629										630										631										632										633										634										635										636										637										638										639										640										641										642										643										644										645										646										647										648										649										650										651										652										653										654										655										656										657										658										659										660										661										662										663										664										665										666										667										668										669										670										671										672										673										674										675										676										677										678										679										680										681										682										683										684										685										686										687										688										689										690										691										692										693										694										695										696										697										698										699										700										701										702										703										704										705										706										707										708										709										710										711										712										713										714										715										716										717										718										719										720										721										722										723										724										725										726										727										728										729										730										731										732										733										734										735										736										737										738										739										740										741										742										743										744										745										746										747										748										749										750										751										752										753										754										755										756										757										758										759										760										761										762										763										764										765										766										767										768										769										770										771										772										773										774										775										776										777										778										779										780										781										782										783										784										785										786										787										788										789										790										791										792										793										794										795										796										797										798										799										800										801										802										803										804										805										806										807										808										809										810										811										812										813										814										815										816										817										818										819										820										821										822										823										824										825										826										827										828										829										830										831										832										833										834										835										836										837										838										839										840										841										842										843										844										845										846										847										848										849										850										851										852										853										854										855										856										857										858										859										860										861										862										863										864										865										866										867										868										869										870										871										872										873										874										875										876										877										878										879										880										881										882										883										884										885										886										887										888										889										890										891										892										893										894										895										896										897										898										899										900										901										902										903										904										905										906										907										908										909										910										911										912										913										914										915										916										917										918										919										920										921										922										923										924										925										926										927										928										929										930										931										932										933										934										935										936										937										938										939										940										941										942										943										944										945										946										947										948										949										950										951										952										953										954										955										956										957										958										959										960										961										962										963										964										965										966										967										968										969										970										971										972										973										974										975										976										977										978										979										980										981										982										983										984										985										986										987										988										989										990										991										992										993										994										995										996										997										998										999										1000										1001										1002										1003										1004										1005										1006										1007										1008										1009										1010										1011										1012										1013										1014										1015										1016										1017										1018										1019										1020										1021										1022										1023										1024										1025										1026										1027										1028										1029										1030									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

APPENDIX V

CIRCUIT PARAMETERS, AND CIRCLE DIAGRAM VALUES

	<u>Unmodified</u>	<u>Steel</u>	<u>Brass</u>
I_o	13	13	13
P_o	415	468-43	485-50
V_o	52	50.5	46
$I = \frac{V}{V_o} I_o$	54.9	56.5	62.0
$Z_o = V_o / I_o \sqrt{3}$	2.31	2.25	2.05
$R_o = P_o / 3 I_o^2$.82	.906	.95
R_i (Corrected)	.398	.422	.43
R_i	.422	.484	.52
$X_o = \sqrt{Z_o^2 - R_o^2}$	2.16	2.06	1.82
$X_i = X_o = X_o / 2$	1.08	1.03	.91
P NO LOAD	390	763	1595
I_o	7.6	7.8	13
$I_i = P / V \sqrt{3}$	1.02	2.0	4.19
$I_m = \sqrt{I_o^2 - I_i^2}$	7.54	7.54	12.3
$g_e = I_i \sqrt{3} / V$.00798	.0157	.0328
$b_e = I_m \sqrt{3} / V$.0594	.0594	.0966
$MO = I_o$	7.6	7.8	13.0
$MN = I_i$	1.02	2.0	4.19
$MB = I$	54.9	56.5	62.0
$BF = \frac{R_o}{Z_o} MB$	19.5	22.8	28.7
$P = (\overline{MB^2} - \overline{NO^2}) R_i$	1180	1320	1580
$EG = P \sqrt{3} / V$	9.3	10.4	12.4
$MF = \sqrt{\overline{MB^2} - \overline{BF^2}}$	51.3	51.6	55.0
$NO = \sqrt{\overline{MO^2} - \overline{MN^2}}$	7.54	7.54	12.3
$OE = MF - NO$	43.76	44.06	42.7

	<u>Unmodified</u>	<u>Steel</u>	<u>Brass</u>
$BE = BF \cdot MN$	18.48	20.8	24.51
$OB = \sqrt{BE^2 + OE^2}$	47.5	48.8	49.2
$OA = \frac{OB^2}{OE}$	52.0	54.0	56.7

DATA FROM CIRCLE DIAGRAMS

	Θ_3	OD	KD	LD	PD	PK	PL	PC	I _L	RPM	freq	PI	Turns			
	0	0	0	0	0	0	0	102	7.6	1200	0	134	0	UNMODIFIED		
	1	0.056	0.0332	0.0657	90.5	90.7	898	1925	7.8	1196	466	248	67			
	2	0.631	0.135	0.266	181	1797	1783	283	8.1	1190	63	35	134			
	4	2.31	0.535	106	3.62	3.57	3.574	4.64	9.05	1183	758	572	266			
	6	5.7	12.6	24	5.4	5.278	5.16	6.42	10.35	1173	798	62	393			
	8	10.1	215	425	722	70	6.795	8.24	11.9	1164	824	693	5.2			
	10	157	335	661	8.9	8.56	8.24	9.92	13.45	1155	832	738	6.45			
	15	3.47	74	1.465	13	12.26	11.53	14.02	17.8	1129	826	788	9.1			
	20	6.08	1295	256	16.7	15.4	14.14	17.72	22.4	1102	798	79	11.5			
	25	9.25	197	3.9	19.9	17.93	16.0	20.92	26.8	1071	755	78	13.4			
	0	0	0	0	0	0	0	2.0	7.6	1200	0	256	0	WITH REAR GEAR		
	1	0.163	0.0382	0.0765	94	9362	9324	2.94	8.12	1195	317	362	7			
	2	0.655	0.1545	0.309	188	1865	1849	3.88	8.55	1190	476	454	139			
	4	2.61	0.665	123	3.75	3.69	3.63	5.75	9.7	1181	632	593	275			
	6	5.9	139	278	5.6	5.46	5.32	7.6	11.1	1169	70	685	407			
	8	10.45	247	493	7.5	7.25	7.0	9.5	12.8	1159	735	742	5.4			
	10	163	384	77	9.25	8.87	8.48	11.25	14.5	1147	754	776	6.6			
	15	3.6	85	1.7	13.5	12.65	11.8	15.5	19.1	1119	761	812	9.4			
	20	6.31	149	298	17.35	15.86	14.37	19.35	23.8	1087	744	813	11.8			
	25	9.6	226	453	20.6	18.39	16.07	22.6	28.4	1052	71	795	13.7			
	0	0	0	0	0	0	0	4.19	13	1200	0	372	0	WITH REAR GEAR		
	1	0.17	0.0493	0.0975	98.5	98	9753	5175	13.5	1194	188	383	73			
	2	0.69	0.2	0.396	197	195	193	6.16	13.8	1188	313	447	145			
	4	2.74	0.795	157	3.94	3.86	3.78	8.13	15.0	1175	465	543	288			
	6	6.2	18	356	5.9	5.72	5.54	10.1	16.4	1162	548	616	4.26			
	8	11	319	63	7.85	7.53	7.22	12.05	18.1	1151	60	67	56.5			
	10	17.1	495	98	97.2	92.2	87.4	13.9	19.7	1138	629	705	6.86			
	15	3.18	1095	2.17	14.5	13.05	11.98	18.34	24.4	1102	654	752	9.55			
	20	6.63	192	3.8	18.2	16.3	14.4	22.4	29.3	1089	643	763	12.1			Appendix 6
	25	10.1	293	5.8	21.6	18.7	15.8	25.8	34.3	1055	613	755	14.6			

187

8

DATE DUE

[illegible]

Thesis
R243

Rathbun

15559 59

An investigation of
the performance of an
induction type motor with
metal inclosed stator.

Thesis
R243

Rathbun

15559

An investigation of
the performance of an
induction type motor with
metal inclosed stator.

dx-R243

An investigation of the performance of a



3 2768 001 01338 6

DUDLEY KNOX LIBRARY